

- 1) сокращение потерь полупродуктов;
- 2) снижение количества оборудования;
- 3) снижение энергетических затрат за счет установки нового более экономичного оборудования;
- 4) сокращение времени производственных операций;
- 5) снижение доли ручного труда. Уменьшение численности на 2 единицы аппаратчиков в смену;
- 6) обеспечение стабильного качества продукта.

В соответствии с проведенными технологическими расчетами выбран ленточный вакуум-фильтр ЛОН-12, который имеет:

- высокую производительность;
- оптимальный технологический режим;
- возможность регулирования толщины осадка и скорости движения фильтровальной ткани;
- надежность и простота обслуживания.

Годовая экономия от предлагаемой модернизации составит 4513,1 тыс. руб., срок окупаемости дополнительных капитальных вложений – 4,1 года.

УДК 621.318.13

Климарев В. А., Иванов Е. М., Деулин В. А., Прахт В. А.
Уральский федеральный университет,
klimarev-va@mail.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МАГНИТОМЯГКИХ МАТЕРИАЛОВ

Магнитомягкие материалы используются в качестве сердечников трансформаторов, электромагнитов, в измерительных приборах и электрических машинах, где необходимо при наименьшей затрате энергии достигнуть наибольшей индукции. Такие материалы обладают высокой магнитной проницаемостью и малыми потерями на гистерезис.

Для оптимального проектирования электрических машин необходимо иметь достаточно точную информацию о свойствах предполагаемых к использованию материалов.

Свойства электротехнической стали и других магнитомягких материалов регламентируют соответствующие ГОСТы и стандарты предприятий, они содержатся в электротехнических справочниках, однако полагаться только на эту информацию зачастую недостаточно [1–3].

Известно, что характеристики электротехнических сталей разных производителей отличаются, при этом свойства материала изменяются от партии к партии и даже в самой партии. Обработка стали также вызывает изменение материала, зачастую приводит к ухудшению его характеристик [4]. Особые сложности вызывает отсутствие актуальной информации о свойствах материалов при работе на высоких частотах, в частности, в высокоскоростных электродви-

гателях и генераторах. Эти и другие факторы вынуждают рассчитывать конструкции с учетом больших запасов.

Электротехническая сталь играет доминирующую роль в производстве электрических машин и компонентов [5] – порядка 95 %, однако появляются современные композиционные магнитомягкие материалы (КММ), которые в определенных приложениях могут также успешно применяться. Крупнейшими мировыми производителями таких материалов являются *Höganäs* (Швеция), *GKN Sinter Metals*, *SG Magnets Ltd* (Великобритания), *Quebec Metal Powders Ltd* (Канада).

КММ позволяют получать сложную объемную геометрию магнитопроводов, что позволяет более оптимально использовать объем активных частей. Особенно актуально применение КММ при производстве в больших сериях, поскольку производство является безотходным, так как нет потери на обрезь, как при листовой электротехнической стали. Также можно проектировать простые разборные конструкции, которые позволят существенно автоматизировать производство и сборку. Для использования новых КММ также следует изучить их электрические и магнитные свойства.

Таким образом, вопросы измерения свойств магнитомягких материалов не только не теряют актуальности, но и являются важным элементом НИОКР в области электромеханики.

Для проведения исследований магнитомягких материалов был спроектирован и изготовлен испытательный стенд. Стенд состоит из управляемого с ПК генератора сигналов произвольной формы, полупроводниковой схемы усилителя, набора измерительных датчиков и АЦП для записи полученных результатов на ПК.

Измерительная схема представлена на рис. 1. В такой схеме для измерения используется кольцообразный образец из исследуемого материала. Кольцообразный образец имеет две обмотки: первичную – силовую (с числом витков N_1) и вторичную – измерительную (с числом витков N_2).

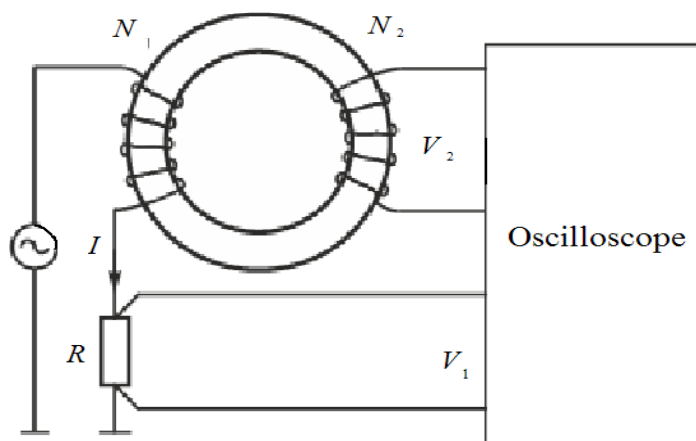


Рис. 1. Измерительная схема

На первичную обмотку подается напряжение, требуемое для исследования формы и частоты. С помощью датчиков тока записываются ток в первичной обмотке и напряжение на вторичной разомкнутой обмотке. Вторичная обмотка прилегает непосредственно к магнитопроводу (кольцообразному образцу), а первичная обмотка расположена над вторичной.

Создан программный комплекс в среде MatLAB 8.0, который позволяет автоматизировать процесс измерения и обработки полученных данных.

Ниже, для примера, представлены (рис. 2–4) экспериментально полученные характеристики образца электротехнической стали 2412 на частоте 50 Гц при питании синусоидальным напряжением.

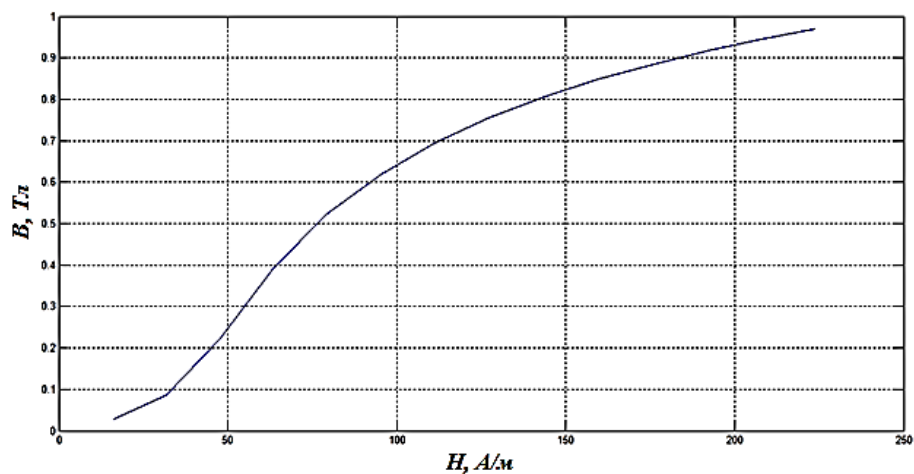


Рис. 2. Экспериментальная кривая намагничивания образца стали 2412

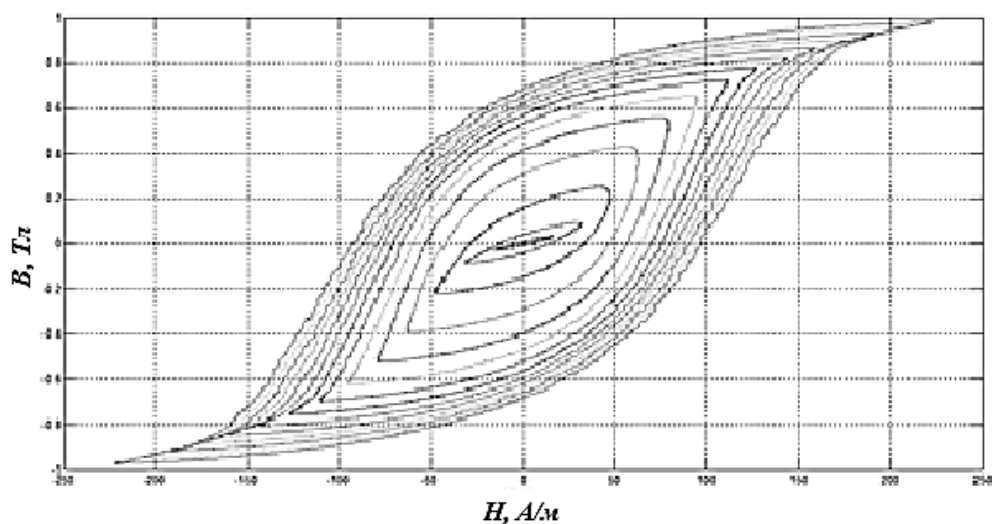


Рис. 3. Экспериментальные кривые гистерезиса образца стали 2412

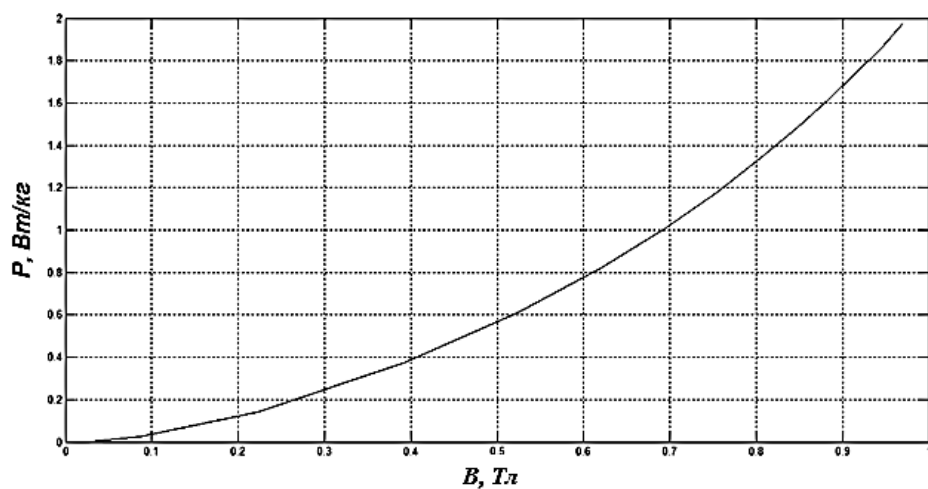


Рис. 4. Экспериментальная зависимость удельных потерь от магнитной индукции на частоте 50 Гц для образца стали 2412

По полученным данным можно сделать вывод, что экспериментальная кривая намагничивания соответствует справочным данным, а удельные потери в исследуемом образце выше установленных ГОСТом величин, что свидетельствует о возможном браке материала или о нарушении межлистовой изоляции.

Список литературы

1. ГОСТ 21427.2-83. Сталь электротехническая холоднокатаная изотропная тонколистовая. Технические условия; введ. 1984-01-01. М. : Изд-во стандартов, 1992. 17 с.
2. ГОСТ 21427.1-83. Сталь электротехническая холоднокатаная анизотропная тонколистовая. Технические условия; введ. 1984-01-01, М. : Изд-во стандартов, 1992. 14 с.
3. International Standards Applied to Magnetic Alloys and Steels, Hugh J. Stanbury // IEEE Transactions on Magnetics. February 2010. Vol. 46. No. 2.
4. Казаджан Л. Б. Магнитные свойства электротехнических сталей и сплавов / М. : Наука и технологии, 2000. 224 с.
5. Stahl-Informationen-Zentrum, “Electrical steel sheet and strip”, Publication 401-E, 2008.
6. Andersson O., Hofecker P. Advances in Soft Magnetic Composites – Materials and Applications. PowderMet2009, 2009.
7. Дружинин В. В. Магнитные свойства электротехнической стали / М. : Энергия, 1974. 240 с.

УДК 621.746

Козловских Е. Ю.¹, Доронин А. В.², Богомолова А. Л.¹, Земляной К. Г.¹
Уральский федеральный университет¹, ООО «Промышленная инновация»²,
evgen210891@mail.ru

ГИДРОМЕТАЛЛУРГИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ОТХОДОВ С МОКРОЙ ГАЗООЧИСТКИ ФЕРРОСПЛАВНЫХ ЗАВОДОВ

За последние годы в Казахстане накоплено порядка 1,6 млрд т твердых бытовых и промышленных отходов. Ежегодно в республике образуется порядка 4–5 млн т твердых бытовых отходов и порядка 700 млн т промышленных отходов, из них токсичных – около 250–300 млн т. Несмотря на ежегодный рост объемов образуемых отходов, утилизируется и повторно используется лишь небольшая их часть – порядка 20 %, а весь остальной объем размещается на полигонах. Поэтому переработка и утилизация шлаков и отходов различных производств является актуальным и обязательным элементом безотходной технологии, так как способствует ресурсосбережению, а также снижению загрязнений окружающей среды.

Например, Актюбинский завод ферросплавов (АЗФ) перерабатывает шлаковые отходы, которые ранее лежали горами, и пыль с содержанием хрома разносилась по степи, либо попадала в Илек. Позже АЗФ стал практиковать опрыскивание этих отвалов специальным средством, обеспечивающим пылеподавление, но проблему накопления отвалов это не решало.

На сегодняшний день только в Актюбинской области остаются более 830 млн т накопленных отходов вскрышных пород Донского ГОКа, 12 млн т